

## PEMODELAN OMBAK PERAIRAN PINRANG DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN SPEKTRAL

A.Gazali<sup>1</sup>, Muh. Alimuhammad Hamzah<sup>2</sup>, Paharuddin<sup>3</sup>

E-mail : [Ahmadgazali41@gmail.com](mailto:Ahmadgazali41@gmail.com)

Jurusan Fisika Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin  
2017

### ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan dimana sebagian besar masyarakat menggantungkan mata pencarian di wilayah perairan, salah satunya adalah di Pinrang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh batimetri pada perambatan ombak dan menghitung tinggi ombak pecah pada zona hampasan perairan Pinrang. Perhitungan tinggi dan arah gelombang laut lepas serta transformasi gelombang menggunakan metode pemodelan gelombang spectral. Pola gelombang mengalami pembelokan arah pada daerah zona hampasan akibat pendangkalan; tinggi gelombang laut lepas terbesar berada pada daerah Bababinanga sedangkan tinggi gelombang laut lepas terkecil berada pada daerah Maroneng. Ombak pecah tertinggi berada pada daerah Bababinanga dengan ketinggian ombak 1,55 meter pada kedalaman -1,21 mdpl sedangkan ombak pecah terkecil berada pada daerah Patobong dengan ketinggian ombak 1,02 meter dengan kedalaman -1,46 mdpl.

**Kata kunci:** gelombang angin, model spektral, ombak pecah.

### ABSTRACT

Indonesia is an archipelago country where most people depends their live on coastal area. One of them is in Pinrang. Research aimed is to analyze the influence of the bathymetry on the propagation of wind wave and calculation of breaking waves in Pinrang surf zone. The calculation of height and direction of the waves and its transformation using spectral model. The wave pattern was defracted in due to shoaling of the surf zone; The highest wave high was found at Bababinanga while smallest one accured at Maroneng; The highest broken wave formed at Bababinanga by the height of 1.55 meters on a depth of -1.21 meters mdpl while the smallest broken wave was at Patobong by the height of 1.02 meters on a depth -1.46 mdpl.

**Keywords:** wind waves, spectral model, breaking waves.

### PENDAHULUAN

Dalam perencanaan teknik pantai sangat perlu untuk mengetahui karakteristik penjaralan gelombang dari laut lepas ke garis pantai. Hal ini disebabkan karena gelombang yang menjalar di atas batimetri yang tidak seragam akan mengalami sejumlah perubahan

bentuk (Balas & Inan 2002). Terjadinya perubahan bentuk gelombang pada saat merambat dari laut lepas ke pantai dapat disebabkan karena pengaruh dari beberapa proses seperti *shoaling*, refraksi, difraksi, refleksi, interaksi nonlinier, gesekan dasar, perkolasi, input energi angin, irregularitas

ombak, penyebaran arah ombak, ombak pecah dan interaksi arus (Maa & Wang 1995, USACE 2003a).

Analisis transformasi gelombang sangat sulit dilakukan, jika semua faktor tersebut dimasukkan dalam perhitungan. Namun demikian, pada saat gelombang merambat dari laut lepas ke garis pantai faktor-faktor tersebut tidak mempunyai pengaruh yang sama pada semua kasus. Umumnya, faktor yang sangat penting dalam transformasi gelombang adalah proses refraksi dan *shoaling*, tetapi jika terdapat struktur maka faktor-faktor yang berpengaruh adalah refraksi, *shoaling* dan difraksi (Maa & Wang 1995).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penjalaran gelombang yang terjadi pada perairan Pinrang dimana perairan Pinrang sebagian besar bertopografi datar dan landai dengan kelerengan 0-2% dan 2-5% dan merupakan daerah yang berpotensi sebagai tempat wisata dan pembudidayaan ikan tambak. Faktor-faktor yang potensial terjadi adalah refraksi, *shoaling* dan ombak pecah.

Penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis pengaruh batimetri terhadap tinggi gelombang signifikan yang dibangkitkan oleh angin dan Menghitung tinggi ombak pecah pada proses penjalaran ombak di perairan Pinrang.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di daerah pesisir pantai Pinrang. Secara administrasi terletak pada daerah Kabupaten Pinrang yang secara geografis pada 119°18'30" – 119°35'30" BT dan 03°03'10" – 04°05'30" LS. Penelitian ini dilakukan di kabupaten Pinrang.

### Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan hasil model ombak yang diinginkan ada beberapa data yang digunakan meliputi:

- Data citra Perairan Pinrang diperoleh dari hasil digitasi pada software google earth. Data citra perairan Pinrang digunakan sebagai data input untuk memotong data batimetri yang diperlukan. Selain itu data ini juga digunakan sebagai data input

untuk membangun file Mesh pada content *mesh generator* yang ada pada software MIKE by DHI 2012.

- Data batimetri yang digunakan merupakan data batimetri srtm Etopo 15 yang diolah pada software ArcGis untuk menentukan nilai xyz.
- Data gelombang laut lepas yang digunakan pada penelitian ini berasal dari hasil pengolahan yang dilakukan Alexander Kondo pada penelitian sebelumnya (data sekunder).

### Pengolahan Data

Setelah selesai melakukan pengumpulan data yang akan digunakan, tahap selanjutnya adalah pengolahan data. Adapun tahap yang dilakukan meliputi:

- Data hasil digitasi dari google earth dengan format kmz berupa data garis pantai, terlebih dahulu dikonversi kedalam format shp. proyeksi garis pantai disesuaikan dengan proyeksi pada data batimetri dengan menggunakan software Global Mapper 10. Data garis pantai dengan format shp dikonversi kedalam format xyz menggunakan software ArcGIS 10. Hal ini dilakukan agar data garis pantai bisa terdefinisi pada content *Mesh Generator*.
- Data batimetri yang berformat srtm diolah pada software Global Mapper 10 untuk menentukan batas daerah batimetri yang diperlukan. Hasil output dari software Global Mapper 10 yang masih berbentuk kontur kemudian diolah pada software ArcGIS 10 untuk mengubah format data dari kontur menjadi point (xyz).
- Data gelombang yang digunakan berasal dari hasil pengolahan yang dilakukan Condo (2015), dimana waktu yang digunakan berada pada rentang waktu selama 31 tahun. Data gelombang yang digunakan pada penelitian ini yaitu nilai rata-rata tinggi gelombang yang terjadi pada rentang waktu tersebut.
- Penyusunan mesh adalah pekerjaan yang penting dalam proses pemodelan. Penyusunan mesh pada pemodelan ini berdasarkan *flexible mesh* dengan

menggunakan mesh generator dari MIKE 21. Mesh file menggabungkan kedalaman perairan dengan posisi geografi yang berbeda dan berisi informasi-informasi sebagai berikut, yaitu:

1. Computational grid
2. Kedalaman perairan
3. Boundary information

Tahap-tahap dalam pembentukan mesh ini adalah sebagai berikut:

- Mengimpor batas-batas model
- Mengedit batas daratan
- Spesifikasi batas-batas
- Pembentukan mesh
- Memperhalus batas-batas daratan
- Interpolasi batimetri terhadap mesh
- Memperhalus mesh

### Pengaturan Model Spektral

Sebelum menjalankan program Spectral Wave, sejumlah persiapan harus dilakukan pada model agar dapat dijalankan dengan sempurna, atau dikenal dengan istilah *Model Setup*. Untuk kasus *spectral wave, model setup* yang dibutuhkan adalah antara lain sebagai berikut:

1. Pendefinisian *shoreline* (garis pantai) atau batas darat (*Land Boundary Condition*)
2. *Input scatter* kedalaman perairan / batimetri pada model
3. Meshing: Traingulation dan Interpolation

Modul model gelombang spektral adalah generasi baru pemodelan gelombang yang dibangkitkan oleh angin pada jenis grid mesh (*unstructured meshes*). Modul model ini mensimulasikan pertumbuhan, pelemahan dan transformasi dari gelombang yang dibangkitkan oleh angin dan *swell* di pesisir dan lepas pantai. Formulasi persamaan yang digunakan terdiri dari dua tipe yaitu sebagai berikut:

1. Formulasi parameterisasi arah berpasangan gelombang spektral.  
Tipe ini menggunakan persamaan konservatif dimana parameterisasi dari domain frekuensi aksi spektrum gelombang ditentukan oleh variabel yang digunakan oleh Holthuijsen (1989).

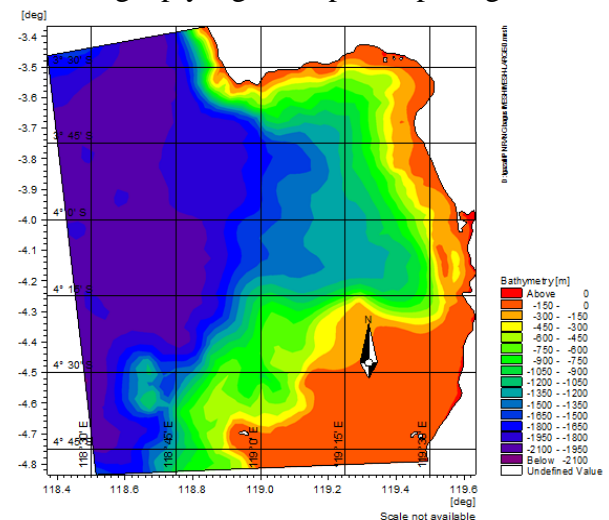
2. Formulasi semua arah gelombang spektral.

Tipe ini menggunakan persamaan konservatif dimana parameterisasi dari domain frekuensi aksi spektrum gelombang ditentukan oleh variabel yang digunakan oleh Komen et al (1994) dan Young (1999).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Bathimetri Perairan

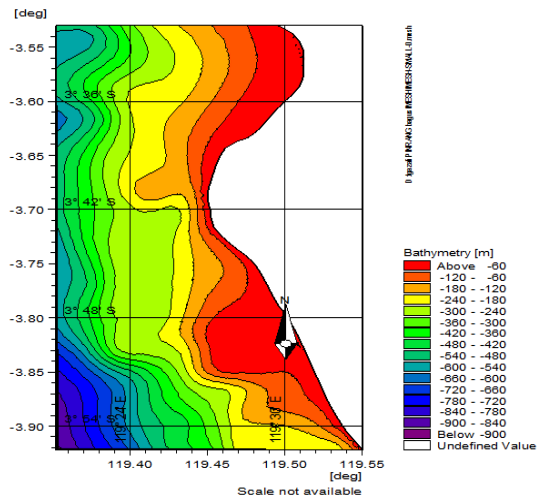
Pemodelan yang dilakukan pada penelitian ini menghasilkan dua bentuk domain yang dibedakan berdasarkan domain besar dan domain kecil. Pada model domain besar meliputi daerah skala luas diantaranya wilayah Polewali, Pinrang, Pare-Pare, Barru dan Pangkep yang ditampilkan pada gambar 1



Gambar 1 Bathimetri Perairan Domain Besar

Bentuk batimetri pada tiap wilayah berbeda-beda, itu dikarenakan perbedaan kedalaman tiap daerah yang tidak sama dengan kedalaman yang mencapai < 0 sampai -2100 mdpl. Bentuk batimetri yang didapatkan sebagian besar berbentuk landai yang diperlihatkan dari gradasi warna yang bervariasi dengan jarak contour yang rapat dengan nilai antar contour warna yang tidak beda jauh.

Sedangkan pada domain kecil meliputi wilayah Kabupaten Pinrang mulai dari kecamatan Lembang sampai kecamatan Suppa dengan hasil batimetri yang diperlihatkan pada gambar 2

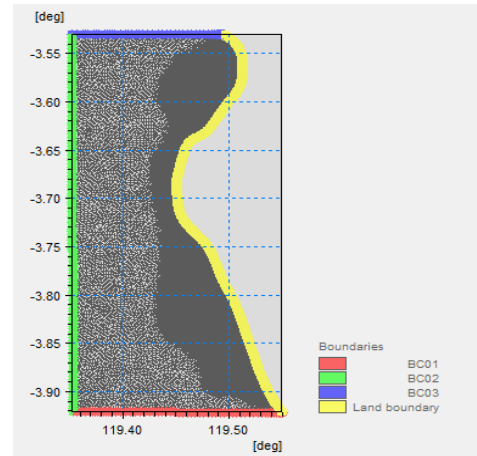


Gambar 2 Bathimetri Perairan Domain Kecil

Hasil pemodelan batimetri perairan Pinrang menunjukkan perbedaan warna yang bervariasi dengan jarak kontur yang rapat menunjukkan pada wilayah perairan Pinrang mempunyai bentuk batimetri yang landai dengan kedalaman mulai dari -60 mdpl sampai -900 mdpl. Garis kontur yang rapat ke garis pantai pada gambar batimetri perairan Pinrang tepatnya di Kecamatan Duampanua Desa Baba binanga merupakan muara sungai dengan kedalaman yang mencapai -80 sampai -100 mdpl.

#### Pemberian Batas Model

Batas yang digunakan pada model ini terbagi menjadi 2 jenis batas yang disesuaikan dengan tabel arah datang gelombang, yaitu batas tertutup dan batas terbuka. Pada skenario model yang digunakan terdapat dua batas tertutup dan satu batas terbuka. Batas tertutup berada pada arah Utara dan Selatan dan pada batas terbuka berasal dari arah barat. Batas terbuka ditentukan dari arah datang gelombang pada daerah penelitian. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3 Syarat Batas Domain

Garis berwarna merah (BC01) dan biru (BC03) pada gambar menunjukkan batas tertutup dan garis berwarna hijau (BC02) menunjukkan batas terbuka sedangkan garis berwarna kuning (Land boundary) merupakan garis pantai.

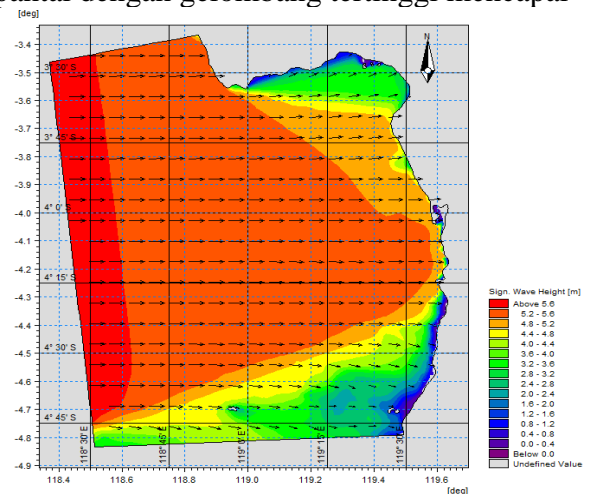
#### Transformasi Gelombang

Hasil running dari modul Mike 21 *Spectral Wave* terdiri atas 2 domain yaitu:

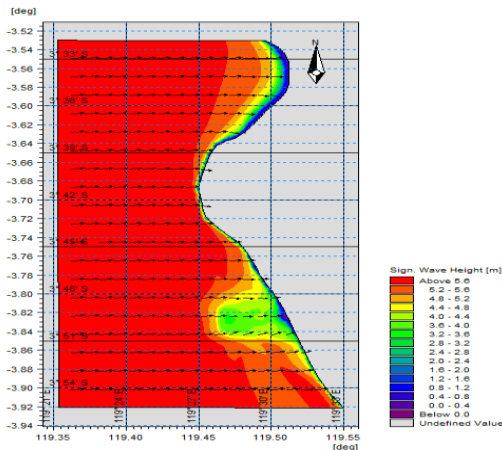
1. Output Area (dfs1) untuk menganalisis pola arah gelombang.
2. Output Line (dfs1) untuk menentukan tinggi gelombang signifikan dan ombak pecah.

#### Model Penjalaran Gelombang dari Arah Barat

Pola transformasi gelombang dari arah barat menghasilkan bentuk penjalaran gelombang dari laut lepas menuju pesisir pantai dengan gelombang tertinggi mencapai



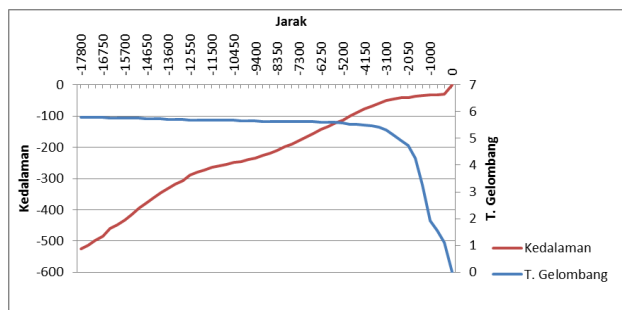
Gambar 4 Penjalaran Gelombang Domain Besar



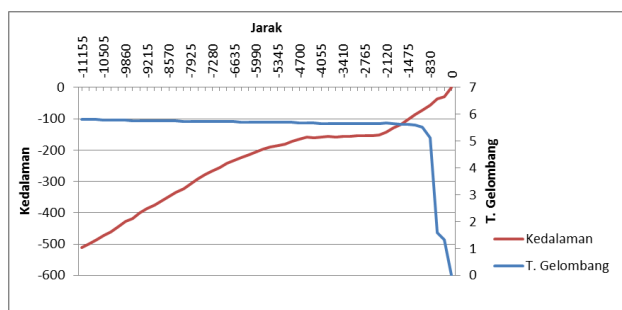
Gambar 5 Penjalaran Gelombang Domain Kecil

Ombak yang merambat dari laut lepas menuju pantai mengalami perubahan tinggi dan arah yang disebabkan oleh proses pendangkalan. Mula-mula tinggi ombak pada laut dalam tetap, namun ketika mendekati garis pantai ombak mulai tidak stabil, arah dan tinggi ombak mulai berubah tidak menentu tergantung dari kedalaman laut, semakin dalam maka ombak semakin besar sedangkan arah ombak cenderung mengikuti profil pantai.

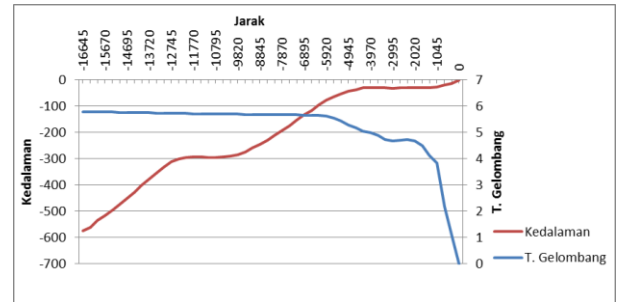
### Analisis Gelombang Signifikan



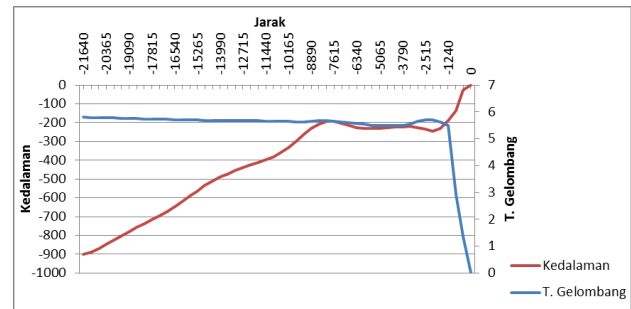
Gambar 5 Grafik Hubungan Gelombang dengan Kedalaman Desa Maroneng



Gambar 6 Grafik Hubungan Gelombang dengan Kedalaman Desa Baba Binanga



Gambar 7 Grafik Hubungan Gelombang dengan Kedalaman Desa Patobong



Gambar 8 Grafik Hubungan Gelombang dengan Kedalaman Desa Mallongi-Longi

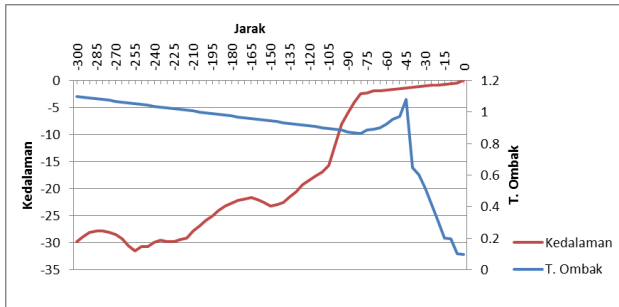
Gelombang signifikan yang dianalisis merupakan gelombang yang pola rambatnya dipengaruhi oleh angin dan bentuk batimetri perairan tersebut.

- Gambar 5 memiliki ketinggian gelombang laut lepas 5.79 (kedalaman -525 mdpl) dengan jarak dari garis pantai 17,8 km. Tinggi gelombang yang mengarah kegaris pantai mengalami penurunan ketinggian pada jarak 17.8 – 5.55 km dari garis pantai dengan rata-rata penurunan gelombang mencapai 0.01 m antar titik.
- Gambar 6 memiliki ketinggian gelombang laut lepas 5.81 m (kedalaman mencapai -511 mdpl) dan jarak titik terluar dari garis pantai mencapai 11.1 km. Penurunan terjadi dari awal datang gelombang hingga mencapai jarak 2.98 km (kedalaman -155 mdpl) dari garis pantai dengan interval penurunan tinggi gelombang yaitu 0.01 m antar titik.
- Gambar 7 memiliki ketinggian gelombang dari laut lepas 5.79 m (kedalaman -573) dengan jarak 16.64 km dari garis pantai. Gelombang mengalami penurunan signifikan pada jarak 5.27 km dari garis pantai dimana ketinggian gelombang pada

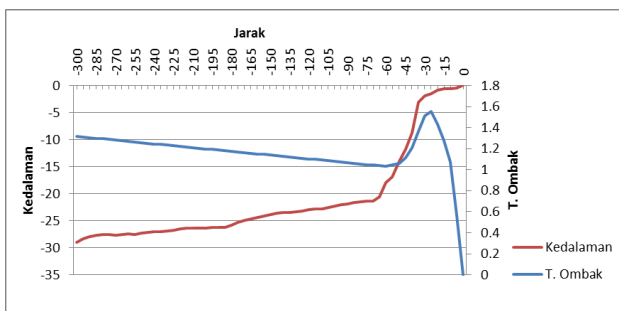
titik ini mencapai 5.29 m (kedalaman -53 mdpl).

- Gambar 8 memiliki ketinggian laut lepas 5.8 m (kedalaman -902 mdpl) dari jarak 21.64 km dari garis pantai. Gelombang mengalami penurunan hingga pada titik 300 m dari garis pantai dengan ketinggian gelombang 1.36 m (kedalaman -25 mdpl).

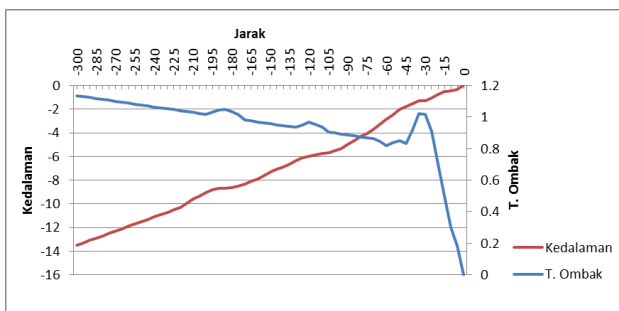
## Analisis Ombak Pecah



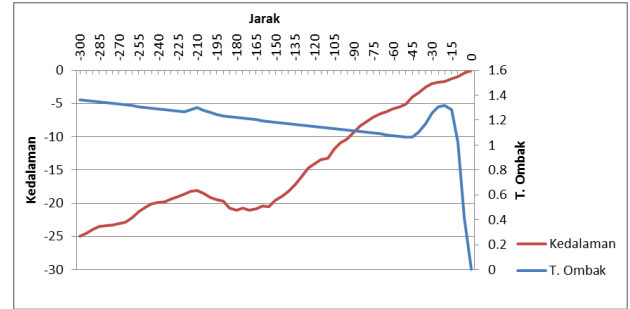
Gambar 9 Grafik Hubungan Tinggi Ombak dengan Kedalaman Desa Maroneng



Gambar 10 Grafik Hubungan Tinggi Ombak dengan Kedalaman Desa Baba Binanga



Gambar 11 Grafik Hubungan Tinggi Ombak dengan Kedalaman Desa Patobong



Gambar 12 Grafik Hubungan Tinggi Ombak dengan Kedalaman Desa Mallongi-Longi

Ombak pecah yang dianalisis merupakan ombak yang dibangkitkan oleh angin dari arah barat pada jarak 300 m dari bibir pantai.

- Gambar 9 memiliki tinggi ombak laut lepas sebesar 1,1 m pada titik kedalaman -29,74 mdpl. Pada titik 45 m dari bibir pantai ( kedalaman -1.39 mdpl) terjadi ombak pecah dengan tinggi ombak sebesar 1.08 m.
- Gambar 10 memiliki tinggi ombak dari laut lepas 1.31 m pada kedalaman -29 mdpl. Pada titik 29 m ombak mulai pecah dengan tinggi ombak mencapai 1.55 m pada kedalaman -1.21 mdpl.
- Gambar 11 memiliki tinggi ombak laut lepas 1.136 m dengan kedalaman -13.5 mdpl. Pada jarak 35 m dari garis pantai (kedalaman -1.3 mdpl) ombak mulai pecah dimana tinggi ombak pecah yang terbentuk yaitu 1.02 m.
- Gambar 12 memiliki tinggi ombak dari laut lepas yaitu 1.36 m dengan kedalaman -25 mdpl. Ombak pecah terbentuk pada ketinggian mencapai 1.32 m (kedalaman - 1.67 mdpl) dengan jarak dari garis pantai yaitu -20 mdpl.

## KESIMPULAN

1. Perambatan gelombang yang terbentuk di perairan pada umumnya terjadi penurunan ketinggian dimana penurunan gelombang terjauh dari garis pantai berada di desa Patobong dengan jarak 5.27 km sedangkan penurunan gelombang terdekat berada di desa Baba binanga dengan jarak 1.26 km dari garis pantai. Perubahan ketinggian gelombang dipengaruhi oleh bentuk baitmetri.



2. Ombak pecah tertinggi yang terbentuk di perairan Pinrang berada di wilayah Desa Baba Binanga dengan tinggi ombak pecah tertinggi 1.55 m pada jarak 30 meter dari garis pantai sedangkan ombak pecah terendah berada di wilayah Desa Patobong dengan tinggi ombak pecah yang mencapai 1.02 meter dengan jarak 40 meter dari garis pantai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kondo, Alexander. 2015. *Analisis Karakteristik Ombak Perairan Pantai Delta Muara Sungai Saddang Periode 1983-2013*. Universitas Hasanuddin.
- Balas, L., and Inan, A. 2002. *A Numerical Model of Wave Propagation on Mild Slope*. Journal of Coastal Research, Gazi University. Turkey.
- Battjes, J.A. and J.P.F.M. Janssen, (1978), *Energy loss and set-up due to breaking of random waves*, *Proc. 16<sup>th</sup> Int. Conf. Coastal Eng.*, ASCE, pp 569-587.
- Hasselmann K., (1974), *On the spectral dissipation of ocean waves due to whitecapping*, *Bound. Layer Meteor.*, **6**, 107-127.
- Hasselmann, K., 1962: *On the nonlinear energy transfer in a gravity-wave spectrum*, Part 1, General theory. *J. Fluid Mech.*, **12**, 481-500. Cambridge University Press, UK, 560 pp.
- Maa JPY, Wang DWC. 1995. *Wave Transformation Near Virginia Coast: The "Halloween" Northeaster*. *J Coas Res* 11(4):1258-1271.
- Nielsen, P., 1979: *some basic concepts of wave sediment transport*. *Series paper 20* Institute of Hydrodynamic and Hydraulic Engineering, Technical University of Denmark, 160pp.
- Smith, S.D. and E.G. Banke, 1975: *Variation of the sea surface drag coefficient* Hasselmann, S., Hasselmann, K., 1985: *Computation and parameterizations of Non-linear Energy Transfer in a Gravity-wave Spectrum*, Part 1: A New Method for Efficient Computations of the exact Non-linear Transfer Integral, *J. Phys. Oceanogr.*, **15**, 1369-1377.
- Hasselmann, S., Hasselmann, K., (1985), *Computation and parameterizations of Non-linear Energy Transfer in a Gravity-wave Spectrum*, Part 2: *Parameterization of non-linear energy transfer for applications in wave models*, *J. Phys. Oceanogr.*, **15**, 1378-1391.
- Janssen, P.A.E.M., 1991: *Quasi-linear theory of wind wave generation applied to wave forecasting*. *J. Phys. Oceanogr.*, **21**, 1631-1642.
- Janssen, P.A.E.M., (1989), *Wave induced stress and the drag of airflow over sea waves*, *J. Phys. Oceanogr.*, **19**, 745-754.
- Jonsson I.G. and N.A. Carlsen, (1976), *Experimental and theoretical investigations in an oscillatory turbulent boundary layer*, *J. Hydraul. Res.*, **14**, 45-60.
- Komen, G.J., L. Cavaleri, M. Doneland, K. Hasselmann, S. Hasselmann and P.A.E.M. Janssen, (1994), *Dynamics and modelling of ocean waves, with wind speed*. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **101**, 665-673.
- The WAMDI-group: S. Hasselmann, K. Hasselmann, E. Bauer, P.A.E.M. Janssen, G.J. Komen, L. Bertotti, P. Lionello, A. Guillaume, V.C. Cardone, J.A. Greenwood, M. Reistad, L. Zambresky and J.A. Ewing, 1988: *'The WAM model-a third generation ocean wave prediction model'*, *J. Phys. Oceanogr.*, **18**, 1775-1810.
- Tolman, H.L. and D. Chalikov, (1996), *Source terms in a third-generation wind-*

- wave model. J. Phys. Oceanogr.*, **26**, 2497-2518.
- Triadmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Penerbit Beta Offset. Yogyakarta.
- WAMDI Group, (1988), The WAM model – A *third generation ocean wave prediction model, J. Phys. Oceanogr.*, **10**, 1712-1733.
- WAMDI Group, (1988), The WAM model – A *third generation ocean wave prediction model, J. Phys. Oceanogr.*, **18**, 1775-1810.
- Weber, S.L, (1991), *Bottom friction for wind sea and swell in extreme depth-limited situations, J. Phys. Oceanogr.*, **10**, 1712-1733.
- [SPM] U.S. Army Corp of Engineers. 1984. *Shore Protection Manual Volume I*. Department of The Army, U.S. Army Corps of Engineers. Washinton DC.